

地球温暖化・海面上昇の予測と 佐賀平野への影響

三村信男 | 茨城大学工学部都市システム工学科 助教授

1. 海面上昇の将来予測

1. 1 温室効果ガスと地球温暖化

地球の自然システムの将来、人類の将来を左右する要因の一つは地球規模の環境問題である。とりわけ、温暖化とそれによる海面上昇の影響は極めて広範囲に及ぶと懸念されており、低平地に対する影響も著しい。

地球温暖化は、二酸化炭素、メタン、亜酸化窒素などのいわゆる温室効果ガスが大気中に蓄積する結果もたらされる。自然に存在するこれらの気体による温室効果は明らかで、大気中にこれらの気体がまったく存在しなければ地上気温は -17°C に低下す

ると推定されている。すなわち、自然の温室効果によって現在の地上気温は既に約 30°C 上昇し、そのお陰で地球は生物の生存できる状態に保たれているといえる。しかし、人口が増し人類の生産活動が発展するにつれて、化石燃料の燃焼、農地の開発などが大規模に進み人為的な温室効果ガスの蓄積が進んできた。現在関心が寄せられているのはこの人為的な要因による温室効果である。

図-1は、過去250年間の大気中の二酸化炭素濃度の推移を示している。イギリスで産業革命が始まった1760年頃には280ppm程度であったものが、20世紀後半には濃度上昇が加速し、現在では350ppm以上になっている。メタン、亜酸化窒素など他の温室効果ガスでも同様な蓄積の傾向が確認されているし、フロンのように60年前に開発されその後急速に蓄積が進みつつある新しい温室効果ガスもある。

こうした温室効果ガスの増加の結果、地上気温は徐々に上昇しつつある。図-2は1861年以降の全地球平均気温の推移を示したものである。これによると過去100年間に 0.6°C の気温上昇があったことが分かる。特

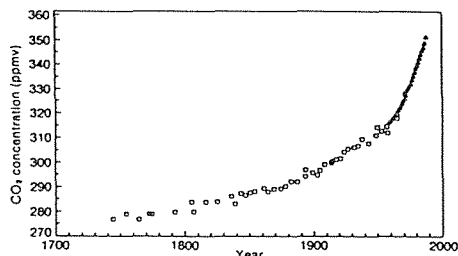
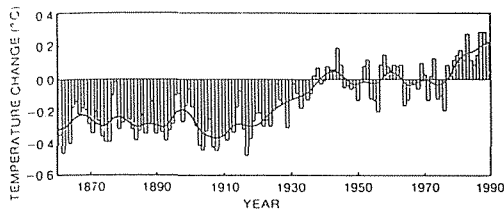


図-1 過去250年間の大気中の二酸化炭素濃度の増加 (Houghton et al., 1990)



図一 2 1861年以降の全地球平均気温の推移
(Houghton et al., 1990)

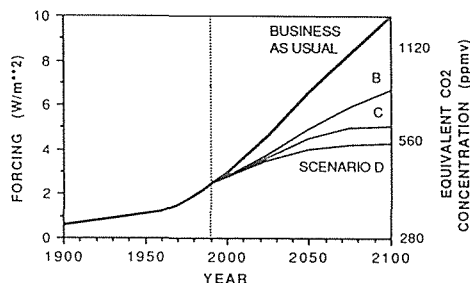
に1980年代の気温上昇は著しく、1990年までの過去130年間でもっとも暖かかった年の上位5年は1980年代に生じている。

2. 2 温暖化と海面上昇の予測

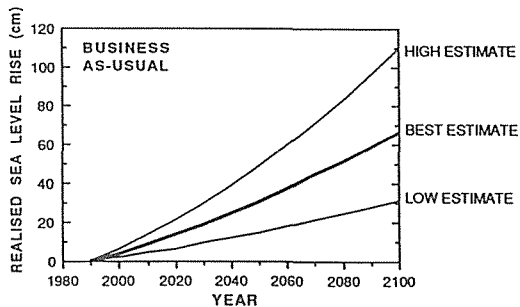
温暖化は将来どのように進むのであろうか。この問いに答えるため、世界各国で検討が進められつつあるが、その中心的な役割は「気候変動に関する政府間パネル (IPCC)」が担っている。IPCC は、1990年10月に最初の報告書を提出し、この中で2100年までの温暖化と海面上昇の見通しを示した (Houghton et al., 1990)。

将来の温暖化の進行は、温室効果ガスの今後の排出量に左右される。そのため、仮に温暖化のメカニズムが全て解明されたとしても確定的な意味での予測は難しい。IPCC では、温室効果ガスの排出量に対して図一 3 に示すような4通りのシナリオを描いて将来予測を試みている。

ここでは、BUSINESS-AS-USUAL シナリオに注目してみよう。これは、排出が規制されず将来の人口増加や経済成長に合わせて大気中の温室効果ガスが増加すると



図一 3 IPCC の4つのシナリオ

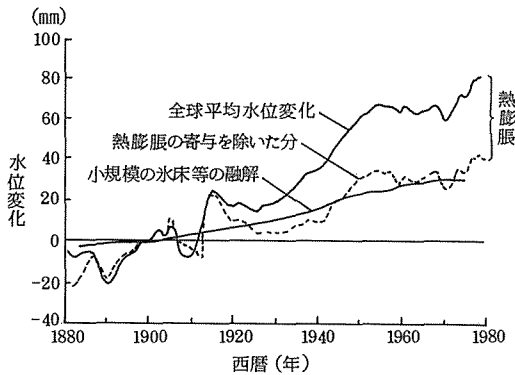


図一 4 温暖化の将来予測
(BUSINESS-AS-USUAL シナリオ：
Houghton et al., 1990)

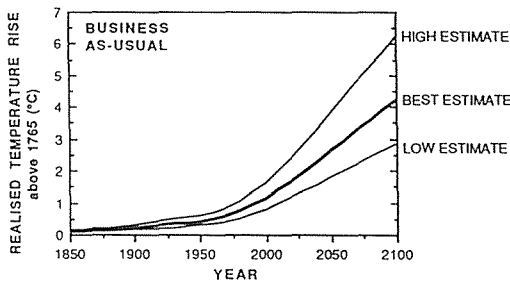
いうシナリオである。大気中の全温室効果ガスの濃度をそれと等しい温室効果をもつ二酸化炭素濃度に置き換えた等価二酸化炭素濃度によって表すと、BUSINESS-AS-USUAL シナリオでは2050年頃に現在のレベルの2倍になる。その場合の気温変化は大気循環モデル (GCM: General Circulation Model) という数値モデルなどによって予測されているが、IPCC ではそれらの結果をとりまとめ、最も起こりそうな値として、10年で約 0.3°C ($0.2\sim 0.5^{\circ}\text{C}$) の気温上昇が生じると予測している。これは過去100年間に観測された上昇速度の5倍である。図一 4 は IPCC の予測を図にしたものであるが、現在に比べて2025年で 1°C 、2100年で 3°C 上昇するとしている。

その他のシナリオに対しても、BUSINESS-AS-USUAL より小さいものの、来世紀には気温の上昇が生じると予測されている。それは、現在の地球の気候システムには既に温暖化の慣性が与えられており、仮に今すぐ温室効果ガスの排出を止めたとしても、なにがしかの温暖化の進行は避けられないためである。

温暖化が進行すると、地球のもっとも基本的な自然システムに様々な影響が現れる。海面上昇もその一つである。気温の上昇によって、海洋表層の海水の膨張、山岳氷河の融解、グリーンランドの氷床の融解等が生じ海面が上昇すると考えられる。図一 5



図—5 過去100年間の全地球平均水位の変化
(Gornitz et al., 1982)



図—6 海面上昇の将来予測
(BUSINESS-AS-USUAL シナリオ：
Houghton et al., 1990)

は過去100年間の全地球平均水位の変化を示したものであるが、100年間で12cmの海面上昇が生じた事がわかる (Gornitz et al., 1982)。

さらに、IPCC (Houghton et al., 1990) によれば、BUSINESS-AS-USUAL シナリオによる温暖化の結果として、10年あたり6cm (3~10cm) の海面上昇、すなわち、図—6 に示すように2030年までに20cm (8~29cm)、2100年までに65cm (30~110cm) の海面上昇があると予測されている。

海面上昇のポテンシャルとしては南極の氷床がもっとも大きい。西南極氷床だけで全世界の海面を5m上昇させるのに相当する水が蓄積されているからである。しかし、2100年までに予測されている温暖化のレベルでは、南極の氷床が融解したり、流出し始めたりすることはないと考えられている。

2. 海面上昇・気候変動の沿岸域に対する影響

2. 1 影響の全体像

沿岸の浅海域から陸上の低平地域を含む領域、いわゆる沿岸域は、海面上昇をはじめ気候変動のもっとも厳しい影響を受ける空間の一つである。これらの影響はまず物理現象として現れるが、それには次のようなものが挙げられる。

- ①沿岸域の湿地帯や低地帯の水没
- ②新たな海岸侵食の発生と加速化
- ③海岸域での高潮、洪水の増大
- ④河川や地下帯水層への塩水の侵入による水資源、水質への影響
- ⑤塩汐の変化
- ⑥河口での土砂の沈降・堆積パターンの変化
- ⑦水中の光量の減少
- ⑧水温上昇、台風の勢力増大などの他の気候変動現象との重畳による影響

これらに伴って、広範な社会経済活動、文化、自然環境への影響が発生すると考えられる。以下では、IPCC での検討 (Tegart et al., 1990) を中心に、世界の海岸を対象に特徴的な影響をやや詳しくみてみよう。

2. 2 低地帯と島国に対する脅威

社会経済的な影響の中でもっとも深刻なのは、水没によって広大な国土が失われ、高潮、高波浪に対する災害ポテンシャルが増大することである。非常に平坦な河口デルタ地帯では1mの海面上昇で数kmの海岸線の後退が生じると危惧されている。被害を受けやすいデルタとしては、アジアではガンジス川・ブラマプトラ川 (バングラデシュ)、楊子江・黄河・珠江 (中国)、メコン川 (ベトナム)、イラワディ川 (ミャンマー)、インダス川 (パキスタン) が挙げられており、この他にも、ナイル川、オリノコ川、アマゾン川、ミシシッピ川、ポー川、など世界中の河川が指摘されている。1m

の海面上昇が生じるとバングラデシュの国土の17%, エジプトの耕地の12-15%が水没するとされる。一方, 小さな島国も, 1 mの海面上昇によって国土の相当部分を失うと警告されている。特に, モルジブ共和国をはじめ, サング礁の国々は海面上昇の影響をもっとも厳しく受けるであろう。

最近, オランダが試みた世界181カ国への影響評価(Rijkswaterstaat-Delft Hydraulics, 1990)によれば, 約34万kmの海岸線, 6400kmの都市のウォーターフロント, 1万kmの砂浜, 1756km²の港湾地域を防護する必要があるとされる。また, 海岸の防護に要する年間経費のGNPに対する比率を試算した結果によると, 第1位はモルジブの34%, 第2位はキリバスの19%で, 第10位までのうち9つは島国である。

一方, 先進国に対する潜在的な影響も大きい。先進工業国では沿岸域に都市機能, 港湾などの物流機能, その他のインフラストラクチャーが集中し, 一方, 自然海岸は残された自然として貴重だからである。わが国では, 現状で1200km², 人口320万人のゼロメートル地帯が1 mの海面上昇によって2900km², 人口700万人に拡大すると試算されている(建設省河川局河川計画課, 1989)。また後でみるように, 予想される影響は更に大きいという検討結果もある(宮崎ら, 1991)。アメリカ合衆国への影響評価はEPAが実施し, 表-1のような防護費用の推定結果を示している(Smith-Tirpak,

1988)。

この他の社会経済的な影響としては, 農耕地の消失やかんがい用水への塩水の侵入による農業への打撃, 海浜の侵食による観光資源の消失, 河川や地下帯水層への塩水侵入による水利用・水質への影響, 沿岸部のインフラストラクチャーへの影響と付加的な工事の必要性などが指摘されている。

2. 3 湿地帯, 海浜, エスチュアリなどの生態系への影響

沿岸の自然環境に対する影響としては湿地帯に対するものが注目されている。それは, 湿地帯が沿岸地域の生態系と地域経済, 両者にとって高い重要性を持っていると認識されているからである。すなわち, 湿地帯は, 鳥類, 動物, 魚介類のライフサイクルの様々な段階において生息場所を提供する。同時に, 陸上から排出される汚染物質のフィルター機能, 海岸災害への防護機能をも果たしている。これら全ての機能を考えると, 湿地帯の社会的価値は13600ドル/haに相当するという推定もある。

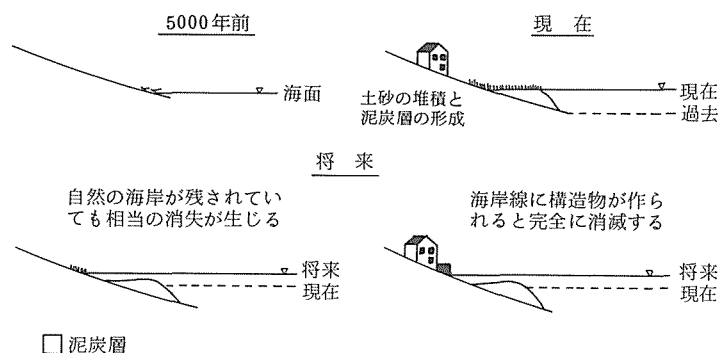
湿地帯は, 海面上昇の速度が小さければ, 底質を捕捉・堆積させたり, 陸側に移動したりして生き延びることができる。しかし, 海面上昇の速度が大きいと追従できずに消滅し, さらに, 護岸や堤防が建設された所では, 陸側への移動が阻止されるため完全に失われる可能性が大きい(図-7)。

アメリカのEPAの検討(Smith・Tirpak, 1988)によれば, 1 mの海面上昇によ

表-1 全米での海岸線の防護費用
(Smith Tirpak, 1988; 地球温暖化影響研究会, 1990より抜粋)

| | | 海面上昇のシナリオ | | | |
|---------------|---|-----------|-------|---------|---------|
| | | 温暖化なし | 50m上昇 | 100cm上昇 | 200cm上昇 |
| 外洋に開かれた海岸 | | | | | |
| 養浜等 | | 3.8 | 15~20 | 27~41 | 58~100 |
| 建物, 道路等のかさ上げ | | 0 | 9~13 | 21~57 | 75~115 |
| バリア島等で遮閉された海岸 | | 1.0~2.4 | 5~13 | 11~33 | 30~101 |
| 合 | 計 | 4.8~6.2 | 32~43 | 73~111 | 119~309 |

(2100年までの累積, 単位は1986年時点での10億ドル)



図一 7 湿地帯の変遷

(Smith-Tirpak, 1988; 地球温暖化研究会, 1990より抜粋)

って全米の湿地帯の50-82%が水没すると試算されている。しかし、構造物によって防護する海岸を都市の沿岸地域に限定すれば消失面積は29-66%に低下する。一方、オランダによって世界全体を対象に調査が行われた (Misdorp, 1990)。世界全体では73万km²の湿地帯があり、16.5万km²のマングローブ林がある。このうち大部分は自然状態にあり、1 mの海面上昇によって失われるのは主として水没によるもので、5-10%にとどまると予想された。しかし、現在の海岸の開発ペースが続けば、消滅する湿地帯の面積も増加することになる。

この他の自然環境への影響としては、沿岸海域での栄養塩・化学物質などの物質循環の変化や生息地としての砂浜・岩礁の減少による海がめやあざらしなどの海洋動物への圧力、サンゴ礁への影響などが指摘されている。

2. 4 海岸線の後退をめぐる問題

現状では砂浜の後退は大部分波の作用によるものである。世界規模で考えれば、地盤沈下や人為的な開発による影響は主要な原因とは考えられない。世界全体の海岸線をみると、前進傾向にあるのは10%以下であり、後退傾向が60%、平衡状態が30%で、

この分布は比較的安定している。

海面上昇は、波浪・潮汐・高潮が海浜に作用する基準面の高さを上昇させる。その結果、砂浜の侵食速度が増大すると予想される。前にも述べたが、最近オランダで行われた推定では、1 mの海面上昇によって34万kmの海岸線、さらに1万kmの砂浜とレクリエーションビーチが影響を受けると判定された。この他にも、米国では、1万1千kmの砂浜のうち3千kmに保全対策が必要という研究結果もある (Smith・Tirpak, 1988)。

しかし、世界の海岸線は、砂、岩石、泥等様々な底質で形成されており、様々な植生におおわれている地域もある。これらの海岸の侵食過程は極めて多様で、海面上昇による侵食の正確な予測は難しい。

3. 我が国と佐賀平野に対する影響

3. 1 我が国に対する海面上昇の影響

次に我が国の状況を見てみよう。我が国の沿岸域を対象にして総合的な影響評価を行った例はまだなく、現時点では、臨海部と港湾施設への影響に対する宮崎ら (1991) の検討が日本全国をカバーしたもっとも詳しいものであろう。(脚注)

(脚注 本論を執筆した後、日本全体の沿岸域を対象にして、水没と高潮に伴う浸水とによる国土、人口、資産に対する影響評価が行われた。この内容は、松井他 (1992)「海面上昇に伴う日本の沿岸域の浸水影響予測」、海岸工学論文集、第39巻 (2), pp. 10031-1035, あるいはMimura et al. (1982) "Vulnerability Assessment to sea level rise-case studies of Japanese task team", Proc. ILT Seminar on Problems of Lowland Development, pp. 99-106, に示されている。)

宮崎らの検討は日本の沿岸域全体への影響を大づかみに把握することを目的に、氾濫に対する被害ポテンシャルの算定を行ったものである。氾濫域を「想定した海面上昇が生じ、高潮・高波浪が来襲した時の、堤防・護岸等が全くないと想定した場合の浸水域」と定義し、被害ポテンシャルの指標には「氾濫面積」、「氾濫域内人口」、「氾濫域内資産額」がとられた。氾濫域を求めるためには、まず氾濫水位を決めなければならない。そのため、「計画水位+1/2設計波高+海面上昇量」を氾濫水位とし、日本の海岸線を4つの領域に分けて表-2のように与えた。

表-2 氾濫水位の設定

| | 現 状 | 海面水位上昇時 | |
|-------|------|-------------------|------------------------|
| | | 画高潮位 + 1 / 2 設計波高 | 現状 + 0.65 現状 + 1.00 |
| 閉鎖性内湾 | 3.60 | 4.25 | 4.60 |
| 日本湾 | 3.10 | 3.75 | 4.10 |
| 太平洋北部 | 5.10 | 5.75 | 6.10 |
| 太平洋南部 | 4.20 | 4.85 | 5.2 |

上に述べたように氾濫域をとれば、現状でも約5100km²の低地帯が氾濫域となっている。これが1mの海面上昇によって約30%増大する。これに伴って、氾濫域内人口は330万人増加し、約1800万人に達するとともに、氾濫域内資産額は約30兆円増加し、約150兆円に達する。

図-8(a)~(c)は氾濫域面積、人口、資産額の海面上昇(1m)による増加分を都道府県別に示したものである。氾濫域面積の増加は、東京、大阪、名古屋の三大都市圏が大きな部分を占め、その他では、九州北部・有明海沿岸で大きい。氾濫域内人口、資産額では、人口や資産の集中している三大都市圏を中心に増加が著しい。

我が国に対する影響は、こうした水没・氾濫による被害ポテンシャルの増大にとどまらない。それは我が国の沿岸域が極めて

多様な形で、しかも高度に利用されているからである。港湾の各施設の安全性と機能の低下、橋のクリアランスの不足、低地帯の内水排除能力の不足等、沿岸域に集積された膨大なインフラストラクチャー、ライフラインに対して様々な影響が生じると考えられる。こうした問題についてはケーススタディの形で現在影響評価が進められている。

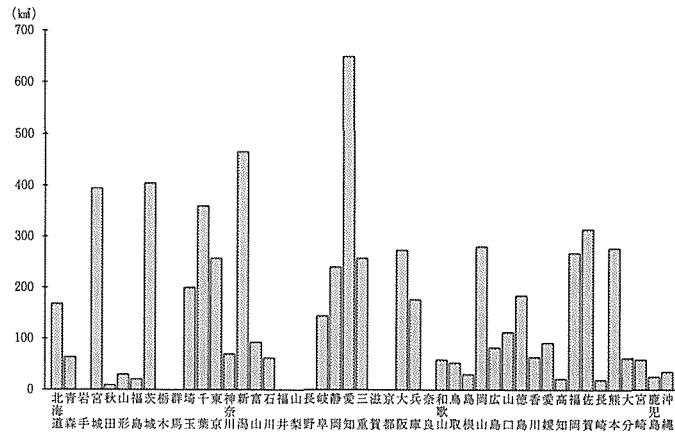
3. 2 佐賀平野に対する影響

上でみたように、有明海周辺と佐賀平野は我が国の中で海面上昇の影響をもっとも厳しく受けると考えられる地域の一つである。しかも佐賀平野に現れる影響は、単に地盤の標高が低いというだけでなく、6mに及ぶ潮差の存在や軟弱な有明粘土層の分厚い堆積、クリークの発達等この地域に特有な自然・社会条件に規定される。佐賀平野に対する海面上昇の影響を総合的に評価するためには、こうした固有の条件を考慮しなけ

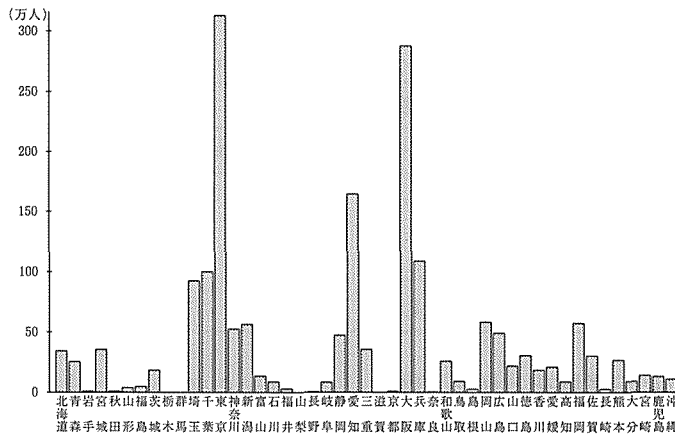
ればならない。そうした検討は今後の課題であろうが、考えられる主な影響には次のようなものが挙げられる。

(自然条件の変化)

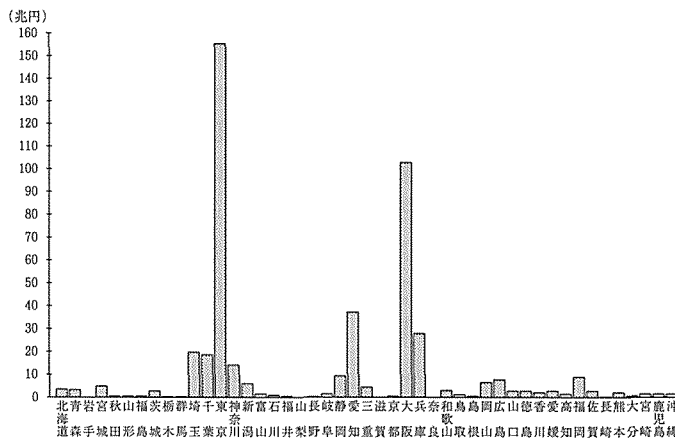
- 潮汐、潮流、高潮、波浪等の沿岸域に対する外力が変化する。海岸の勾配がきわめて小さいため、これらの外力の強度の変化だけでなく、海面上昇にともなう海浜への作用点の変化の影響も著しいであろう。
- 河川下流部における背水曲線が変化し、土砂の堆積場所が上流側にシフトする。
- 海面の上昇、波浪の増大に伴い、海岸線近くの底泥、干潟の侵食が進む。
- 河川、地下水への塩水の進入が更に進む。
- 浅海域、河口部での塩分濃度が変化することによって、この地域の生態系に



(a) 氾濫面積



(b) 氾濫域内人口



(c) 氾濫域内資産額

図8 都道府県別被害ポテンシャル増加

変化が生じる。

(社会的・経済的影響)

- 海水面に対する内陸部の相対的な標高が更に低くなり、洪水、高潮に対する災害ポテンシャルが増大する。
- 既存の防潮堤、海岸堤防等の機能レベルが低下する。
- 洪水時はいうまでもなく、日常的にも内水排除の困難が増す。水位差が増し既存のポンプ場の能力不足が生じる。下水処理水の排水についても同様な問題が生じると考えられる。
- 河川、地下水への塩水の進入の結果、農業や淡水資源に影響が現れる。
- 地下水位が高くなるために、地盤の支持力が弱くなる。

これらの影響も部分的に過ぎず、二次的、三次的な影響をたどれば影響はさらに広がると考えられる。佐賀平野における海面上昇の影響の総合的評価には、今後体系的な研究を進めることが望まれる。世界を見渡した場合もっとも厳しい影響が現れるのが大河川の河口に広がるデルタ地帯であることを考えると、佐賀平野におけるこうした研究の進展は、世界的な影響評価と対応策の検討に大きく貢献するものになろう。

4. 海面上昇の影響の体系的評価

4. 1 影響出現のメカニズムと 影響伝播図

上にみたように、影響の実態は整理、把握されつつあるというものの、総合的な影響評価は検討が始まった段階である。事態を正しく認識し、よりよい対応戦略を確立するためには、定量的な影響評価が不可欠である。ここでは視点を変えて、海面上昇の影響を体系的で定量的に把握するためにどのようなアプローチが可能かを考えよう。

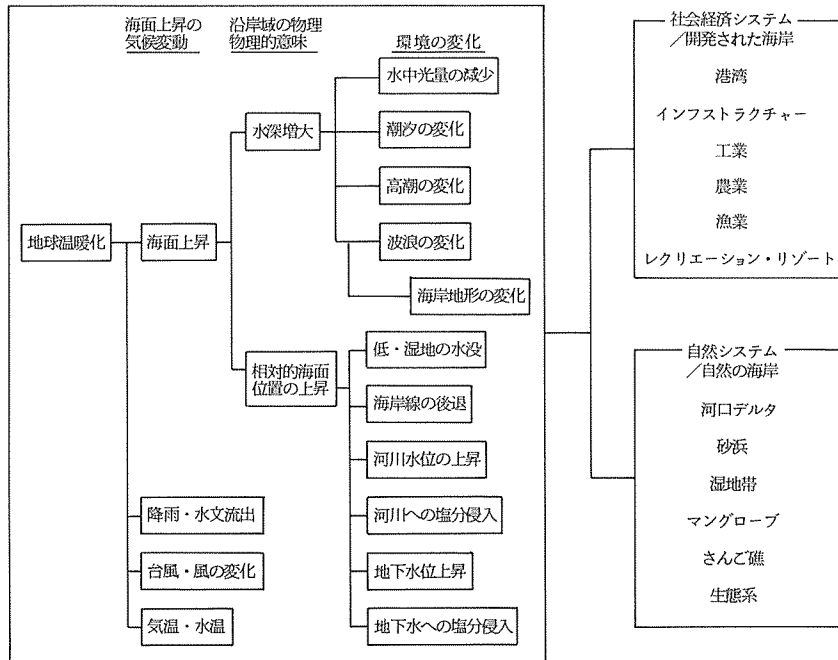
定量的な影響評価のためには、まず影響出現のメカニズムを体系的に把握しなければならない。ここでは、それを影響伝播図

の形でまとめた例を示す(三村ら, 1991)。三村らは、まず影響の具体例をなるべく多く列挙し、それを、因果関係の連鎖でつないでいく事によってより上位の原因をたどり、個々の具体的な影響が出現するメカニズムを把握することを試みた。このようにして、地球温暖化・海面上昇から始まり個々の社会経済的影響、自然環境に対する影響につながる系統樹を得たが、それをここでは影響伝播図と呼んでいる。

得られた影響伝播図の概要を図-9に示す。このような整理からわかる事は、影響の出現が、大局的には波浪、高潮等の沿岸域に対する外力の変化とそれにさらされる沿岸域の社会・経済システムと自然のシステムの影響され易さという2つの基本的要素をもっているということである。したがって、影響評価も、海象・気象変化を中心とする外力変化の予測と沿岸域の社会・経済・自然システムの評価との2つの主要部分で構成されなければならない。特に後者を、ここでは脆弱性評価と呼ぶことにする。脆弱性評価は、従来の自然災害研究で用いられてきた災害ポテンシャルやリスク評価と同種のものである。

4. 2 海象・気象変化の評価

外力の変化の中にも図-9に示すように系統的な構造がある。海面上昇自体は物理的な現象であり、沿岸域の海象変化に対する意味は、基本的には、平均水深の増加と陸上部に対する相対的な海面位置の上昇との2つにとらえられる。そうすると、平均水深の増加からは、例えば、高潮や波浪の変化が導かれ、海面の相対的位置の上昇からは、水没や塩水の侵入が理解される。これらの海象変化は、従来海岸工学や沿岸海洋学の分野で蓄積されてきた知見や手法を用いて定量的評価が可能である(例えば、磯部ら, 1991)。ただし、沿岸域の物理的環境、海象の変化をもたらし要因としては海面上昇だけにとどまらない。気温・水温の



図－9 海面上昇の影響伝播図

上昇や台風の変化等他の気候変動の影響は項目によってはより大きいことに十分注意する必要がある。

4. 3 脆弱性評価

自然の外力が上にみたように変化したとき、どのような影響が生じるかは沿岸域の諸システムの影響され易さに関する特性による。沿岸域のシステムは、図－9に示したように、社会・経済システム（開発された海岸）と自然システム（自然海岸）とに大別できよう。

社会・経済システムの脆弱性は、海面上昇の影響が及ぶ範囲における人口、資産、産業活動、文化・レクリエーション活動等の集積度に依存する。同時に、この地域の防災システムの強さにも左右される。社会・経済システムに対する脆弱性評価は、最悪のケースの影響予測とともに、防災システムの完成度に対応した各レベルの被害予測が含まれる。さらに、将来的には海面上昇・気候変動に対して対応策を取った場合に生じる影響も考慮されなければならない

い。

一方、自然システムも種類に応じて固有の影響出現メカニズムを持っている。例えば、サンゴ礁では先端部の水深が増大することによって、潟湖（ラグーン）に高波浪が侵入するようになり、侵食が進むと懸念されるし、マングローブでは帯状の樹種分布があるため、いったん最前面の樹種が枯死すると一挙に侵食が進む可能性がある。

脆弱性評価では、このように沿岸域の自然と人間活動とを総合的に対象とするとともに、各システム・各地域の固有の特性を十分考慮する必要がある。

5. まとめにかえて

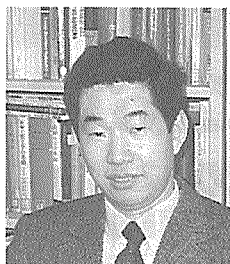
以上みてきたように、海面上昇と気候変動の沿岸域への影響はきわめて広範囲に及ぶ。これらの影響評価と対応策の検討が多くの国々で進められつつあり、情報交換と成果の収約のために、海面上昇に関する東半球ワークショップ（1993年8月、日本）World Coast'93（1993年11月、オランダ）

などの場が設定されつつある。また、IPCCは1995年に第2次報告書を作成すべく準備に入っている。国内の研究と国際的な活動とがかみ合って前進し、将来に対する我々の認識と対応の方向性とは確立されることを期待したい。

参考文献

- 磯部雅彦・三村信男・灘岡和夫 (1991) : 地球温暖化による海面上昇・海象変化と海岸への影響評価, 第6回環境工学講演会講演論文集, 日本学術会議, pp. 1-6.
- 建設省河川局河川計画課(1989) : 地球環境問題に関する河川行政上の課題—「地球環境問題検討委員会」中間報告について—.
- 地球温暖化影響研究会 (編) (1990) : 地球温暖化による社会影響—米国 EPA レポート抄訳, 技報堂出版, 332p.
- 三村信男・細川恭史・磯部雅彦 (1991) : 海面上昇・地球温暖化の沿岸域への影響諸相と影響評価の枠組み, 環境システム研究, Vol. 19, pp. 15-21.
- 宮崎祥一・遠山憲二 (1991) : 地球温暖化に伴う海面水位の上昇が臨海部に及ぼす影響に関する研究, 環境システム研究, Vol. 19, pp. 22-27.
- Gornitz, V., L. Lebedeff and J. Hansen (1982) : Global sea level trend in the past century, Science, Vol. 215, pp1611-1614.
- Houghtton, J. T., G. J. Ephraums (eds) (1990) : Climate change—the IPCC Scientific Assessment, Cambridge University Press, 365p.
- Misdorp, R. (1990) : Strategies for adopting to the greenhouse effect: A global survey of coastal wetlands. The Netherlands, Rijkswaterstaat, Note No, GWWS-90, 008.
- Rijkswaterstaat and Delft Hydraulics (1990) : A worldwide cost estimate of basic coastal defence measures, Paper by Dutch Delegation to IPCC-CZM Workshop.
- Smith, J. and D. Tirpak (eds) (1988) : The Potential Effects of Global Climate Change on the United States, US Environmental Protection Agency.
- Tegart, W. J. McG., G. W. Sheldon and D. C. Griffiths (eds) (1990) : Climate Change—The IPCC Impacts Assessment, Australian Government Publishing Service.

■ 著者略歴



三村 信男

(みむら のぶお)

- 1979年 東京大学大学院博士課程修了
- 1979年 東京大学工学部土木工学科助手・講師・助教授
- 1984年 茨城大学工学部都市システム工学科助教授
- 工学博士
- 専攻 海岸工学・環境工学